جغرافیا و مخاطرات محیطی، شمارهٔ سی و ششم، زمستان ۱۳۹۹

صص ۲۳۸- ۲۲۱

: https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2020.66984.0

مقاله پژوهشی

شناسایی مخاطرات آلاینده‌های مکان دفن پسماند مبتنی بر مدل RASCL
(مطالعهٔ موردی: شهر تنکابن)

المیرا عبدالهی- کارشناسی ارشد آلودگی‌های محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی تنکابن، تنکابن، ایران.

مهدی محمد علیخانی[۱]- دکتری تکثیر و پرورش آبزیان، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۲ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/٤/۲۵ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۸/۸

چکیده

در دهه‌های اخیر با پیشرفت فنّاوری و مدیریت جامع مواد زائد جامد شهری، از روش‌هایی مانند بازیافت، تیمار بیولوژیکی، تیمار حرارتی و دفن بهداشتی استفاده شده است. روش دفن بهداشتی بـه‌عنوان یکـی از راهبردهای مطرح در سلسله‌مراتب مدیریت جامع پسماند به شمار می‌آید و نسبت به سایر روش‌های دفع، رایج‌تر و کم‌هزینه‌تر است. هدف از این پژوهش شناسایی معضلات و ریسک‌های زیست‌محیطی مکان دفن پسماند شهر تنکابن به روش RASCL است. این روش به‌منظور ارزیابی ریسک ناشی از محل‌های دفـن زباله نه‌چندان بزرگ، استفاده می‌شود و توسط آن به تعیـین میـزان ریسـک آلـودگی آب‌هـای زیرزمینـی و تجمع گاز و عواملی پرداخته شده است که تأثیر بیشتری در آلودگی این دو عامل دارند. با توجه به تحلیـل RASCL و AHP معیار سیستم جمع کننده شیرابه دارای بیشترین تأثیر بر روی ریسک آلودگی آب‌های زیر زمینی است. در زمینهٔ ریسک تجمع گاز، معیار نوع پسماند و نوع گاز تولید شده دارای بیشـترین وزن و در نتیجه بیشترین تأثیر بر روی ازدیاد ریسک تجمع گاز اسـت. ریسـک محاسـبه شـده بـرای آلـودگی آب‌های زیر زمینی در حد متوسط و ریسک حاصل از تجمع گاز در مکان دفن پسماند در حـد کـم قـرار دارد. ازآنجایی‌که عمق سفره آب زیرزمینی در این مکان بیش از ۲۲ متر و فاصلهٔ آن تا مصرف‌کننده بیش از دو کیلومتر است، به دلیل وجود چشمه در نزدیکی محل دفن زباله، ریسک آلودگی آب زیرزمینی در ایـن منطقه بالا است.

کلیدواژه‌ها: محیط‌زیست، مکان دفن پسماند، RASCL، AHP، تنکابن.

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۳۳۳۳۲۵ Email: m.mohammadalikhani1982@gmail.com

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر اصل پایداری محیط‌زیست به‌عنوان مهم‌ترین اصل حیات و به‌عنوان یک محور اصلی و اساسی در راهبردهای علمی و منطقی جهت حفظ محیط‌زیست کره زمین توسط جوامع مختلف بشری پذیرفته شده است. کنترل آلاینده‌های زیست‌محیطی و حفاظت از منابع آب، خاک و پوشش گیاهی از آلودگی یکی از بهترین راه‌های دستیابی به این هدف است که این امر بدون شناخت منبع، دامنه و تأثیرات آلودگی امکان‌پذیر نیست. با آغاز زندگی اجتماعی، بشر همواره درگیر با مشکلات متناسب این نوع زندگی بوده است. نیاز به وجود قوانین و مقررات اجتماعی و التزام به آن، تأمین نیازهای اولیه و ثانویه نظیر آب، مسکن، غذا، کار و تفریحات از این جمله است. به‌موازات آن معضلاتی نظیر تولید فاضلاب و زباله‌ها، ایجاد آلودگی هوا، خاک، آب و ... ازجمله مواردی است که انسان همواره با آن مواجه بوده است. امروزه به علت افزایش روزافزون جمعیت شهری، افزایش مصرف مواد و به‌تبع آن تولید پسماند از مناسبات زندگی پیشرفته و ماشینی، دفع و نابودسازی مواد زائد به‌صورت یکی از دغدغه‌های اساسی مدیریت محیط‌زیست تبدیل شده است (راماناتان[1]،۲۰۰٦). افزایش روزمره تولید مواد زائد شهری یکی از مهم‌ترین عوامل تهدید کننده سلامت محیط‌زیست جهانی است. شهرهای کشور با مشکل زباله و آثار زیان‌بار زیست‌محیطی آن دست به گریبان‌اند و متأسفانه تنها راه‌حل مدنظر مسئولان نیز یافتن مکانی دور از چشم جهت دپوی زباله در آن بوده است. در این میان استان‌های شمالی کشور رتبهٔ بالایی را در تولید زباله داشته و از این میان سهم استان مازندران در تولید زباله به دلیل گردشگر پذیر بودن، به شش درصد از مجموعه کل زباله در کشور رسیده است، حجم بالای تولید زباله در این استان با توجه به محدود بودن اراضی، وجود اکوسیستم غنی گیاهی و جانوری، سطح بالای آب‌های زیرزمینی و وجود جنگل و دریا و رودهای فراوان و همچنین نبود سازوکار لازم به جهت دفع صحیح آن، موضوع زباله را به بحرانی ملّی بدل کرده است. توجه به آلودگی‌های محیط و مقابله با آن از طریق برنامه‌های مختلف زیست‌محیطی ازجمله مدیریت مواد زائد جامد، اکنون به‌صورت گسترده‌ای در بهداشت و اقتصاد جهان مطرح است. استفاده از ٤٨۰۰۰ ماده شیمیایی در زندگی روزمره که تاکنون تنها خاصیت سرطان‌زایی ۵۰۰ نوع آن به اثبات رسیده نوعی تهدید جدی برای محیط‌زیست و سلامت انسان به شمار می‌رود. یک مطالعه محلی توسط سازمان بهداشت جهانی[2] (WHO) مؤید این نکته است که عدم توجه به جمع‌آوری و دفع صحیح مواد زائد می‌تواند ۳۲ مشکل زیست‌محیطی را که مقابله با آن‌ها به‌سادگی امکان‌پذیر نیست، به وجود آورد (حیدریان و همکاران ۱۳۸۵). در کشور ما با وجود سال‌ها رکود، طی دو دهه اخیر فعالیت‌های زیادی در زمینه دفع زباله انجام گرفته است. در این میان دفن مواد زائد، مسئله جمع‌آوری و دفع بهداشتی شیرابه در این محل‌ها، همواره ازجمله مهم‌ترین مسائلی بوده که علی‌رغم اهمیت زیاد آن (به دلیل خصوصیات ویژه ازجمله: بالا بودن محتوای آلی، وجود ترکیبات شیمیایی مختلف، فلزات سنگین، انواع مواد سمی و

1 Ramanathan.
2 Word Health Organization

سخت تجزیه‌پذیر) کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این موضوع در کشورهای پیشرفته سبب تخریب محیط‌زیست و آلودگی در وسعت زیاد آب‌های سطحی و زیر زمینی، خاک‌ها و پوشش گیاهی و صرف هزینه‌های گزاف به‌منظور رفع آلودگی شده است.

عدم توجه به مسائل زیست‌محیطی در بسیاری از شهرهای کشور به‌عنوان یک دشمن پنهان، محیط‌زیست محل دفن را تهدید می‌نماید؛ اما آنچه جمع‌آوری و دفع زباله را به کار ضروری و اجتناب‌ناپذیر مبدل کرده رعایت بهداشت است. چگونگی دفع پسماندهای تولید شده همواره یکی از معضلات جامعه بشری بوده است. ساده‌ترین و عملی‌ترین روشی که برای رفع این مشکل در ابتدا صورت گرفته است، پراکنده کردن و تلنبار نمودن پسماندها در زمین بایر خارج از محدوده شهرها یا سوزاندن آن به‌منظور جلوگیری از آلودگی بوده است. مدت‌ها این روش بدون توجه به اثرات ناسازگار آن، به‌عنوان عملی‌ترین روش در نقاط مختلف جهان متداول بوده است. در حال حاضر نیز در کشورهای توسعه نیافته این روش همچنان رایج است؛ بنابراین همواره خطرات محل دفن محیط فیزیکی-شیمیایی، محیط بیولوژیک و محیط انسانی پیرامون این محل را تهدید می‌کند (منوری و همکاران، ۱۳۸۵). با توجه به گسترش روزافزون جمعیت شهری و به طبع افزایش مصرف و همچنین افزایش پسماند ازجمله پسماندهای خانگی، صنعتی و غیره فعالیت‌های چشمگیری جهت حل معضل پسماند انجام گرفته است (قلندریان و همکاران، ۱۳۸۹). یکی از مسائل مهم در مدیریت بهینه مواد زائد، انتخاب مکان مناسب برای جمع‌آوری و دفن آن است. به‌منظور انتخاب یک مکان مناسب برای دفن زباله باید تمامی عوامل متأثر از احداث محل دفن در منطقه را به‌طور کامل بشناسیم تا بتوانیم مکان‌هایی را انتخاب کنیم که کم‌ترین آثار سوء زیست‌محیطی را برای انسان و سایر موجودات زنده به همراه داشته باشد. در حقیقت، محل مورد نظر باید در جایی باشد که باعث آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیر زمینی نگردد، زمین کافی و نسبتاً مسطح با خاک غیر قابل استفاده موجود باشد، تأثیر منفی بر چشم‌انداز و اکولوژی منطقه نداشته باشد. وزش باد، بو و آلودگی آن را به فضای شهر انتقال ندهد، قابلیت دسترسی، پایین بودن ارزش زمین، عدم تجاوز به حریم شهرهای دیگر نیز ازجمله عواملی هستند که در انتخاب این نوع مکان‌ها نقش دارند (پاداش،۱۳۸۹). خطرات اصلی با توجه به کوچک و بسته بودن محل‌های دفن زباله شامل آلودگی آب‌های زیر زمینی، آلودگی آب‌های سطحی، گاز (گاز لندفیل‌ها و یا گازهای سمی)، مواجهه با سطح (مصرف و یا آسیب جسمانی به‌واسطهٔ اجسام برنده) می‌باشد. ریسک هر خطر، تابعی از منبع آلاینده، محدوده نگه داری، مسیر حمل‌ونقل و گیرنده است. ماتریس‌ها برای کمک به مقادیر وزن دهی برای تجزیه‌وتحلیل هر یک از اجزای ریسک به‌طور خاص برای محل‌های دفن زباله کوچک و بسته توسعه یافته‌اند. این بدان معنی است که برای هر محل دفن زباله کوچک و بسته، با توجه به هر خطر ریسک را می‌توان بررسی و رتبه بالا، متوسط یا پایین داد. یکی از کاربردی‌ترین روش‌ها جهت ارزیابی ریسک محیط زیستی مکان دفن پسماند روش RASCL می‌باشد. در این روش بر اساس شاخص‌های از پیش

تعیین شده میزان ریسک آلودگی آب زیرزمینی و تجمع گاز در محل دفع پسماند بررسی خواهد شد. این شاخص‌ها شامل، وسعت محل دفن، میزان حرکت شیرابه، میزان سمیت مواد زائد جامد، سیستم جمع کننده شیرابه، میزان نفوذپذیری آبخوان و کنترل رواناب، میزان بارش، فاصله تا مصرف‌کننده و عمق سفره آب و نوع استفاده از آب زیرزمینی است (لندی[1] و همکاران،۲۰۰۲).

این پژوهش درصدد است تا روشن سازد که وضعیت ریسک محیط زیستی مکان دفن پسماند در شهر تنکابن چگونه است. ابتدا، محل دفن پسماندهای شهر تنکابن به‌صورت میدانی مشخص خواهد شد. سپس، اطلاعات لازم جهت ارزیابی ریسک محیط زیستی مکان دفن پسماند بر مبنای مدل RASCL جمع‌آوری شده و جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و نرم‌افزار Expert Choice استفاده خواهد شد.

این تحقیق با هدف شناسایی مخاطرات آلاینده‌ها و بررسی پتانسیل‌های ریسک محل دفن تنکابن و اثرات احتمالی آن بر پارامترهای محیط‌زیست منطقه مبتنی بر مدل Risk Assessment for Small Closed (RASCL) Landfills انجام گرفت. اجزای ریسک مختص به محل‌های دفن زباله کوچک مطابق با استاندارد نیوزیلند برای ارزیابی ریسک شناسایی شده است و مبتنی بر روش ارزیابی در سیستم غربالگری ریسک (RSS) برای وزارت محیط‌زیست توسعه یافته است RASCL با مقایسه نتایج ارزیابی در برابر داده‌های اختصاصی از ۱۲ مکان دفن زبالۀ موجود، اطلاعات ویژگی‌های زیست‌محیطی، بهره‌برداری از سایت و گفتگو با کارکنان شورای شهر آزمایش شده است. با توجه به ماهیت پژوهش، روش به کارگرفته شده پیمایشی (زمینه‌یابی) است. در این نوع پژوهش نمونه‌ای منتخب از جامعه مطالعه می‌شود و نیاز به مطالعه نمونه به این دلیل است که مطالعه کل جامعه دشوار است و می‌تواند تصویر دقیقی از جامعه آماری مورد مطالعه به دست دهد.

۱- ۲- پیشینه پژوهش

در سطح ملی و فراملی همواره تحقیقات متعددی برای دفن زباله صورت گرفته است.

محققین	سال	پژوهش مورد بررسی	نتیجه
بارلاز[2]	۲۰۰۲	استفاده از آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره و آنالیز همپوشانی به کمک سامانه اطلاعات انتخاب جغرافیایی به انتخاب یک محل دفن مواد زائد جامد جدید	نتایج حاصل از استفاده این سیستم در مکان‌های مختلف مؤثر بودن آن را در فرآیند مکان‌یابی نشان داد
سنر[3]	۲۰۱۰	استفاده از آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره و آنالیز همپوشانی به کمک سامانه اطلاعات	نتایج حاصل از استفاده این سیستم در مکان‌های مختلف مؤثر بودن آن را در

1 Lendi
2 Barlaz
3 Sener

محققین	سال	پژوهش مورد بررسی	نتیجه
		انتخاب جغرافیایی به انتخاب یک محل دفن مواد زائد جامد جدید	فرآیند مکان – یابی نشان داد
علی‌اکبری و همکاران	۱۳۹۰	مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله‌های جامد شهری با استفاده از روش (AHP)(مطالعه موردی: شهر بهشهر)	نتایج نشان داد که روش تحلیل سلسله مراتبی با توجه به خصوصیات ویژه آن می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های شهری و منطقه‌ای با اهداف مکان‌یابی کاربرد مطلوبی داشته باشد
چیت‌سازان و همکاران	۱۳۹۲	مکان‌یابی دفع پسماندهای جامد شهری با استفاده از فن‌آوری‌های اطلاعات مکانی و منطق فازی – تحلیل سلسله مراتبی-Fuzzy-AHP(مطالعه موردی: رامهرمز)	نتایج حاصل از استفاده این سیستم، مؤثر بودن آن را در فرآیند مکان‌یابی نشان داد

با توجه به تحقیقات صورت گرفته، مشخص می‌شود مکان‌یابی دفن زباله در تمام مناطقی که انسان در آن سکونت داشته دارای اهمیت بسیاری بوده است. زیا اگر مکان‌یابی به‌صورت صحیح صورت گیرد، خیلی از مشکلات ناشی از مکان‌یابی بد دفن زباله کاسته می‌شود.

۲- مواد و روش‌ها

۲- ۱- محدوده مورد مطالعه

شهرستان تنکابن یکی از شهرهای توریستی استان مازندران است که بین مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه و ۵۵ ثانیه الی ۳۶ درجه و ۵۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ٤٤ دقیقه و ۱۵ ثانیه الی ۵۱ درجه و ۵۰ ثانیه طول شرقی، به شکلی ذوزنقه‌ای در امتداد خط ساحلی دریای خزر واقع شده است. جمعیت این شهر حدود ۳۳٦۵۰ نفر می‌باشد (مشایخی، ۱۳۸۰). محدوده حوزه طبیعی شهر تنکابن از شمال به دریای خزر، از جنوب به ارتفاعات پرشیب پوشیده از جنگل که جزئی از سیستم البرز هستند، از غرب به رودخانه چالکرود و از شرق به رودخانه آزارود منتهی می‌شود. از نظر تقسیمات سیاسی این محدوده قسمت‌های شمالی دهستان‌های گلیجان و بلده از بخش مرکزی و قسمتی از غرب دهستان نشتارود (بخش عباس‌آباد) را دربرمی‌گیرد و شهرهای تنکابن و خرم‌آباد در بخش‌های میانی آن واقع شده است. حوزه طبیعی شهر تنکابن بخشی از دشت تنکابن – رامسر محسوب می‌شود و مخروط‌افکنه و دلتای رودخانه‌های چشمه‌کیله و شیرود را دربرمی‌گیرد. در این حوزه علاوه بردو نقطه شهری، بیش از یکصد سکونت‌گاه‌های روستایی اعم از روستا یا شهرک و نیز چندین نقطه فعالیتی استقرار دارند. حوزه طبیعی شهر تنکابن دارای همگنی محیطی قابل‌توجهی است. همچنین به لحاظ اقتصادی، اجتماعی و عملکردی دارای

همگنی خاصی بوده و تعاملات گسترده‌ای در آن مشاهده می‌شود. شهر تنکابن در فاصله ۲٤٦ کیلومتری از مرکز استان مازندران (ساری) و ۲۵۸ کیلومتری از شهر تهران قرار دارد. نزدیک‌ترین شهر به آن خرم‌آباد با ٤ کیلومتر فاصله می‌باشد و غربی‌ترین شهر استان (رامسر) نیز در فاصله ۲۵ کیلومتری آن قرار گرفته است. این شهر به شکل طولی در بستر جغرافیایی ناحیه شکل گرفته است.



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

۲-۲- روش تحقیق

در مطالعه حاضر با در نظر گرفتن عوامل تولید ریسک و ارزیابی مخاطرات محل دفن با استفاده از روش RASCL و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انجام می‌پذیرد. در این روش ابتدا ریسک‌های مقدماتی ناشی از پروژه بر روی عوامل زیست‌محیطی منطقه بررسی شده و سپس ریسک‌های ناشی از پروژه به‌طور تفصیلی بر روی عوامل زیست‌محیطی با محوریت آب‌های زیرزمینی و تجمع گاز ناشی از محل دفن مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این روش بر اساس اصول ارزیابی که در استاندارد نیوزلند برای ارزیابی ریسک تعریف شده است، عمل می‌گردد. وزن دهی به معیارها و اولویت‌بندی ریسک با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice انجام شده است. با توجه به بررسی پروژه‌های مشابه همچون گزارش ICZM گروه مهندسین مشاور آزما و گزارش‌های گروه مهندسین مشاور ری آب و علاوه بر آن جستجو در مقالات داخلی و خارجی و بازدید میدانی از منطقه، به شناسایی عوامل ریسک پرداخته شد و عوامل مشخص گردیدند.

۳- تجزیه‌وتحلیل

در این بخش بر اساس معیارهای تعیین شده در روش RASCL ریسک ناشی از محل دفن زباله تنکابن مورد ارزیابی قرار گرفته است. برای محاسبه ریسک ناشی از آب زیرزمینی در این روش پارامترهایی در نظر گرفته می‌شود که با توجه به نمره دهی به این پارامترها و درنهایت محاسبه ریسک کل، می‌توان میزان خطر ایجاد شده از آب

زیرزمینی را بررسی و آن را در یکی از سه طبقه تعیین شده قرار داد. برای بررسی این پارامترها، آن‌ها را به چهار دسته منبع، نگهدارنده، مسیر عبور و پذیرنده تقسیم می‌کنند.

جدول ۱- میزان نفوذپذیری آبخوان

نفوذپذیری بالا	نفوذپذیری متوسط	نفوذناپذیر	پوشش و کنترل رواناب ناشی از بارندگی
میزان نفوذپذیری آبخوان			
۰/۸	۰/۸	۰/٤	خوب
۱	۰/٦	۰/٤	متوسط
۱	۰/۷	۰/۷	ضعیف

پارامتر دیگر فاصله تا مصرف کننده و عمق سفره آب زیرزمینی در محل می‌باشد که در ارتباط با یکدیگر بررسی و نمره دهی می‌شوند .ازآنجایی‌که اولین کانون جمعیتی در فاصلهٔ بیش از ۸ کیلومتری از محل دفن قرار دارد و عمق سفره آب زیر زمینی حداکثر ۲۲ متر می‌باشد، عدد ریسک مرتبط با آن ۰/۵ است.

جدول ۲- عمق سفره آب زیرزمینی در محل

فاصله تا مصرف کننده			عمق سفره آب
<۵۰ m	۱۰۰m	>۳۰۰ m	
۱	۰/۹	۰/۸	۰-۳ m
۱	۰/۹	۰/٦	۳-۱۰ m
۰/۹	۰/۸	۰/۵	>۱۰ m

نوع استفاده از آب زیرزمینی

به دلیل وجود چشمه در نزدیکی محل و هدایت آن به رودخانه چشمه کیله خطر آلودگی آن بسیار زیاد بوده است؛ که این رودخانه به دریا هدایت می‌گردد. امتیاز مرتبط با آن ۰/۷ می‌باشد.

جدول ۳- امتیاز **آب زیر زمینی**

امتیاز	نوع استفاده
۰/۲	کم
۰/۷	آبیاری
۰/۷	آب ذخیره
۰/۷	اکولوژی
۱	آشامیدنی

ریسک کل

ریسک کل از حاصل‌ضرب این پارامترها در هم به دست می‌آید.

$$۰/٤\times۱\times۰/۷\times۱\times۰/۷\times۰/۹\times۰/۹\times۰/۷ = ۰/۱۱$$

پس ریسک آب زیرزمینی از نظر میزان در بازه ریسک متوسط قرار می‌گیرد.

جدول ٤- محاسبه ریسک آب زیرزمینی با استفاده از روش(RASCL)

وسعت محل دفن (A)	۰/٤
حرکت شیرابه (B)	۱
سمیت مواد زائد جامد (C)	۰/۷
سیستم جمع کننده شیرابه (D)	۱
میزان نفوذپذیری باران و کنترل روان آب (E)	۰/۷
بارش (F)	۰/۹
فاصله مصرف کننده و عمق آب زیرزمینی (G)	۰/۹
نوع استفاده از آب زیر زمینی (H)	۰/۷
ریسک کل	۰/۱۱۱

محاسبه ریسک تجمع گاز با استفاده از روشRASCL

A) وسعت محل دفن که با پیش‌فرض ۰/٤ در نظر گرفته می‌شود.

B) میزان حرکت یا جابجایی گاز با فرض جابجایی بالا و ۱ محاسبه می‌گردد.

C) با توجه به اینکه بیشترین حجم پسماند تولیدی از نوع زباله شهری و مواد فسادپذیر می‌باشد و ازآنجایی‌که میزان خطر فیزیکی تولید شده از گاز حاصل از این نوع پسماند بیشتر از خطر مسمومیت آن می‌باشد؛ چراکه با توجه به ماهیت گازهای منتشره از محل‌های دفن زباله، مهم‌ترین بخش آلاینده‌های هوای تولیدی، به انتشار گازهای حاصل از تخمیر مواد آلی موجود در زباله و انتشار گازهای بدبو مانندNH_4 ، H_2S و CH_4 مربوط می‌شود، در نتیجه عدد ریسک مرتبط با آن ۱ در نظر گرفته می‌شود.

D) این مکان دارای سیستم جمع‌آوری شیرابه و گاز نیست. در نتیجه عدد ریسک مرتبط با آن ۱ در نظر گرفته می‌شود.

E) پارامتر دیگر نوع پوشش سطحی است که احتمال حرکت عرضی را تعیین می‌کند .استفاده از مواد با نفوذناپذیری بالا مانند رس، پتانسیل حرکت عرضی گاز را کاهش می‌دهد .در نتیجه با پیش‌بینی پوشش سطحی غیرقابل نفوذ بر روی مواد زائد، عدد ریسک آن ۰/۱ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ٥- امتیاز نوع پوشش سطحی

امتیاز	پوشش
۰/٤	نفوذپذیر
۰/۷	متوسط
۰/۱	غیرقابل نفوذ

F) میانگین سالیانه بارش منطقه ۱۱۰۰ تا ۱۵۰۰ میلی‌متر می‌باشد، عدد ریسک آن ۰/۹ محاسبه می‌گردد.

جدول ٦- امتیاز بارش سالانه

امتیاز	بارش / سالانه
۰/۸	< ۷۰۰mm
۰/۹	۷۰۰–۲۰۰۰mm
۱	> ۲۰۰mm

G) پارامتر بعدی بررسی میزان نفوذپذیری مواد بستر می‌باشد. با توجه به بافت رسی منطقه و میزان نفوذپذیری پایین و نیز عدم وجود سنگریزه در سطح و عمق خاک، عدد ریسک آن بر اساس میزان نفوذپذیری کمی که مواد بستر دارند ۰/٤ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۷- امتیاز نوع نفوذپذیری مواد بستر

امتیاز	نفوذپذیری
۰/٤	کم
۰/۷	متوسط
۱	بالا

H) آخرین پارامتر نمره دهی بر اساس نزدیک‌ترین کاربری زمین‌های اطراف به محل دفن می‌باشد .با توجه به اینکه کاربری تفریحی نزدیک‌ترین کاربری به منطقه می‌باشد، عدد ریسک آن ۰/۲ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۸- امتیاز کاربری زمین

امتیاز	کاربری زمین
۰/۲	کشاورزی-پارک تفرج
۰/۷	مدارس
۰/۷	صنعتی-تجاری
۰/۷	کارمندان مسئول تعمیر
۱	سکونتگاهی

محاسبه ریسک کل

ریسک کل از حاصل‌ضرب پارامترها در یکدیگر به دست می‌آید.

۰/٤×۱ × ۱ × ۱ × ۰/۱× ۰/۹× ۰/٤× ۰/۲= ۰/۰۰۲

بنابراین ریسک ناشی از تجمع گاز در محل دفن در بازه ریسک کم قرار می‌گیرد.

جدول ۹- محاسبه ریسک گاز با استفاده از روش(RASCL)

وسعت محل دفن (A)	۰/٤
میزان حرکت یا جابجایی گاز (B)	۱
سمیت مواد زائد جامد (C)	۱
سیستم جمع کننده گاز (D)	۱
میزان نفوذپذیری باران و کنترل روان آب (E)	۰/۱
بارش (F)	۰/۹
نفوذپذیری بستر (G)	۰/٤
نزدیک‌ترین کاربری (H)	۰/۲
ریسک کل	۰/۰۰۲

تکنیک سلسله مراتبی (AHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) چهارچوبی منطقی است که درک و تحلیل تصمیم‌گیری‌های پیچیده را با تجزیه آن به ساختاری سلسله‌مراتبی آسان می‌کند (شلبی[1] و همکاران،۲۰۰٦). در این بخش با استفاده از روش AHP، پارامترهای مورد نظر در روش RASCL وزن دهی می‌شوند. در این تحقیق با استفاده از روشRASCL ، ۸ زیر معیار برای هدف اصلی تعریف شده است که با وزن دهی به معیارهای مذکور، مهم‌ترین عوامل ریسک اولویت‌بندی می‌شوند. در گام اول ماتریس مقایسه زوجی را برای هر معیار به‌طور جداگانه تشکیل می‌دهیم. در روشAHP گزینه‌ها دو به دو با یکدیگر مقایسه می‌شوند. این مقایسه‌ها از طریق پرسشنامه (نظر کارشناسان) یا فرد تصمیم‌گیرنده صورت می‌گیرد. با توجه به نتیجه مقایسه‌ها که می‌تواند شامل پاسخ‌های کاملاً مطلوب‌تر، مطلوبیت خیلی قوی، مطلوبیت قوی، کمی مطلوب‌تر یا یکسان باشد به ترتیب عددی بین ۱ تا ۹ انتساب داده شود. در این تحقیق ابتدا عوامل ریسک در جدول با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice به‌صورت زوجی مقایسه می‌شوند و سپس وزن دهی می‌گردند و میزان ناسازگاری آن‌ها مشخص و رفع می‌شود.

---
1 Shalabi

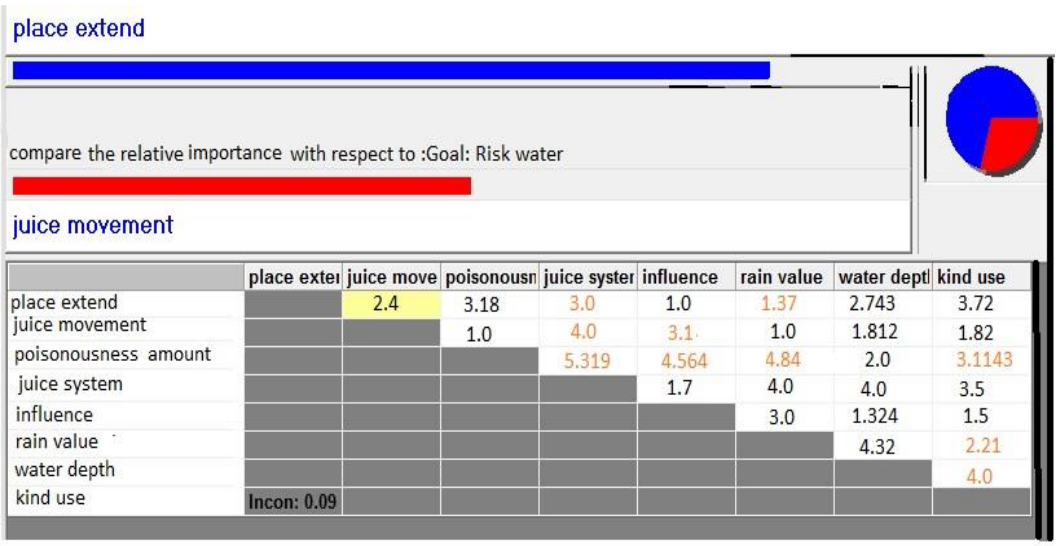
٤- نتایج

جدول ۱۰- مقایسه اهمیت عوامل نسبت به یکدیگر در منطقه جنگلی پرده‌سر با توجه به ریسک آلودگی آب زیرزمینی

	وسعت محل دفن	میزان حرکت گاز در خاک	نوع پسماند و گاز تولید شده از آن	سیستم جمع کننده گاز	نوع پوشش سطحی	میزان بارش	نفوذپذیری مواد بستر	کاربری زمین‌های اطراف
وسعت محل دفن	۱	۷	۷	۵	۵	۷	۷	۷
میزان حرکت گاز در خاک		۱	۷	۵	۵	۵	۵	۷
نوع پسماند و گاز تولیدشده			۱	۳	۵	۳	۷	۷
سیستم جمع کننده گاز				۱	۷	۵	۷	۹
نوع پوشش سطحی					۱	۵	۳	۹
میزان بارش						۱	۷	۷
نفوذپذیری مواد بستر							۱	۵
کاربری زمین‌های اطراف								۱

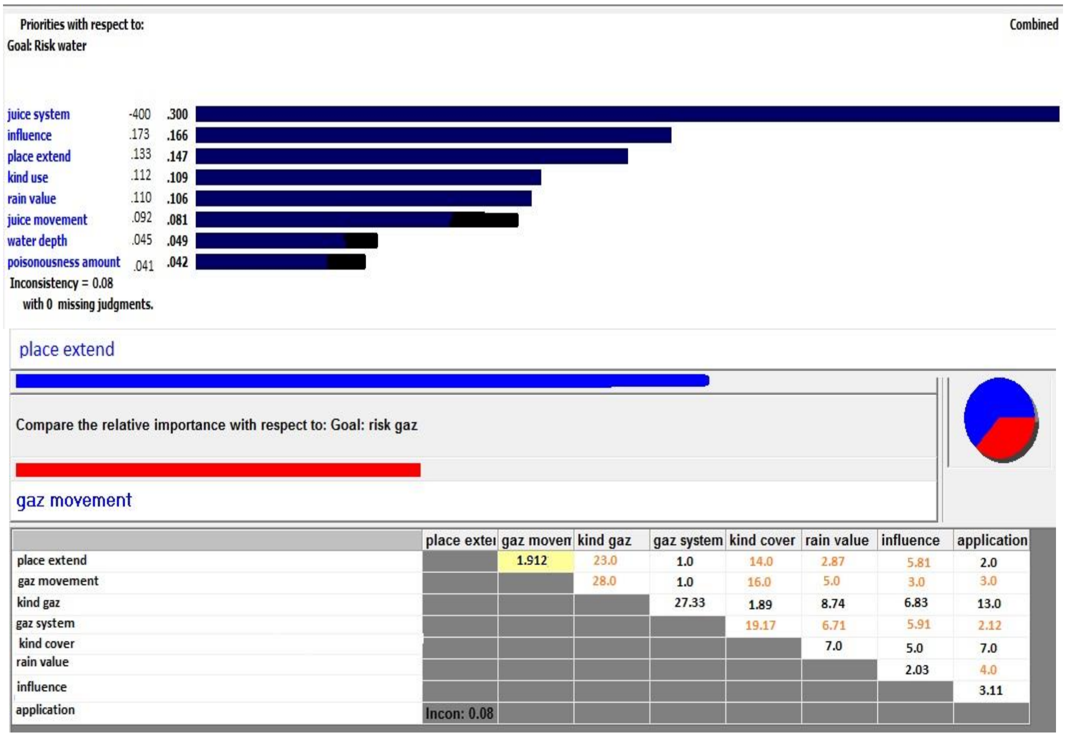
آنالیز حساسیت

وزن دهی معیارهای مورد نیاز در ارزیابی ریسک آب زیرزمینی در محل دفن:



	place exte	juice move	poisonousn	juice syster	influence	rain value	water deptl	kind use
place extend		2.4	3.18	3.0	1.0	1.37	2.743	3.72
juice movement			1.0	4.0	3.1	1.0	1.812	1.82
poisonousness amount				5.319	4.564	4.84	2.0	3.1143
juice system					1.7	4.0	4.0	3.5
influence						3.0	1.324	1.5
rain value							4.32	2.21
water depth								4.0
kind use	Incon: 0.09							

شکل ۳- وزن دهی معیارها



شکل ٤- وزن دهی معیارها

پس از این مرحله پارامترهای مورد بررسی اولویت‌بندی و وزن دهی می‌شوند:



شکل ٥- اولویت‌بندی پارامترها

با استفاده از نرم‌افزار، نرخ ناسازگاری به دست آمده برای ریسک آب زیرزمینی، ۰,۰۸ و برای ریسک گاز ۰,۰۹ می‌باشد و این نتیجه به این معناست که ماتریس تصمیم سازگار است.

درنهایت وزن‌های حاصله از روش AHP را در امتیازات مختص به هر پارامتر ضرب می‌کنیم که نتیجه آن در جداول زیر نشان داده شده است.

جدول ۱۱- ریسک آلودگی آب زیر زمینی

پارامتر	RASCL	Wi	RASCL × WI
وسعت محل دفن	۰/٤	۰/۱۵۳	۰/۰٦۱
حرکت شیرابه	۱	۰/۰۹۲	۰/۰۹۲
میزان سمیت مواد	۰/۷	۰/۰۵۲	۰/۰۳
سیستم جمع کننده شیرابه	۱	۰/٤	۰/٤
سفره آب زیر زمینی+ اثرات پوششی	۰/۷	۰/۲۱۷	۰/۱۵۱
میزان بارش	۰/۹	۰/۱٦۸	۰/۱۵۱
عمق سفره آب +فاصله تا مصرف کننده	۰/۹	۰/۰٦۱	۰/۰۵٤
نوع استفاده از آب زیرزمینی	۰/۷	۰/۲۰۱	۰/۱٤۰

جدول ۱۲- ریسک آلودگی تجمع گاز

پارامتر	RASCL	Wi	RASCL × WI
وسعت محل دفن	۰/٤	۰/۰۲٤	۰/۰۰۹
حرکت گاز	۱	۰/۰۱۹	۰/۰۱۹
نوع پسماند و گاز تولید شده	۱	۰/۵۷	۰/۵۷
سیستم جمع کننده گاز	۱	۰/۰۱٦	۰/۰۱٦
نوع پوشش سطحی	۰/۱	۰/٤۱۲	۰/۰٤۱
میزان بارش	۰/۹	۰/۰۷۲	۰/۰٦٤
نفوذپذیری مواد بستر	۰/٤	۰/۰٦۹	۰/۰۲۷
کاربری زمین‌های اطراف	۰/۲	۰/۰٦۷	۰/۰۱۳

با توجه به نتایج حاصل از روش AHP معیار سیستم جمع کننده شیرابه دارای بیشترین تأثیر بر روی ریسک آلودگی آب‌های زیر زمینی می‌باشد .ازآنجایی‌که عمق سفره آب زیرزمینی در این مکان بیش از ۲۲ متر بوده و فاصلهٔ آن تا مصرف کننده بیش از دو کیلومتر می‌باشد، ولی به دلیل وجود چشمه در نزدیکی محل دفن زباله ریسک آلودگی آب زیرزمینی در این منطقه بالا است. در زمینهٔ ریسک تجمع گاز، معیار نوع پسماند و نوع گاز تولید شده دارای بیشترین وزن و در نتیجه بیشترین تأثیر بر روی ازدیاد ریسک تجمع گاز می‌باشد .در این مکان دفن، بیشترین حجم پسماند تولیدی از نوع زباله شهری و مواد فسادپذیر می‌باشد .میزان خطر فیزیکی گاز حاصل از این نوع پسماند بیشتر از خطر مسمومیت آن می‌باشد، چراکه با توجه به ماهیت گازهای منتشره از محل‌های دفن زباله، مهم‌ترین بخش آلاینده‌های هوای تولیدی به انتشار گازهای حاصل از تخمیر مواد آلی موجود در زباله و انتشار گازهای بدبو مانندNH_4 ، H_2S و CH_4 مربوط می‌شود.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس مدارک به دست آمده توسط علم باستان‌شناسی، دفن زباله‌ها از حدود پنج هزار سال پیش مرسوم بوده است. در اغلب کشورهای جهان دفن زباله به علت ارزان بودن نسبت به دیگر روش‌های موجود مانند سوزاندن زباله و یا تبدیل آن به کود و غیره، ترجیح داده می‌شود؛ اما در گذشته مقررات خاصی در مورد مکان دفن زباله‌ها وضع نشده بود و لندفیل ها مکان‌هایی بدبو و بدون پوشش بودند که معضلات زیست‌محیطی فراوانی ایجاد می‌کردند، امروزه هم زباله‌ها از معضلات اکثر شهرهای کشور به شمار می‌روند و حجم آن‌ها همواره سیر صعودی داشته و هرساله مبالغ گزافی جهت جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست و مسائل بهداشتی آن هزینه می‌شود.

روش‌های متنوعی برای ارزیابی ریسک محیط زیستی وجود دارد که هر یک دارای مزایا و معایبی وابسته به محیط مورد مطالعه هستند؛ بنابراین، نمی‌توان روشی را با اطمینان رد یا تأیید کرد. با به‌کارگیری روش‌های نوین در ارزیابی ریسک‌ها می‌توان تا حدود قابل‌ملاحظه‌ای از شدت بروز ریسک‌ها و به‌تبع آن از خسارت‌ها و زیان‌های وارده بر محیط‌زیست کاست و در راستای نیل به توسعه پایدار حرکت نمود.

روش RASCL و AHP روشی تحلیلی است که در تحقیقات پژوهشی کاربرد دارد و با گسترش و تنوع این روش، تجزیه‌وتحلیل داده‌های حاصل از تحقیقات در علوم مختلف با به کارگیری این روش روز به روز افزایش یافته و به لحاظ نظری لزوم تحقیق در زمینه‌های گوناگون این روش‌ها را بیش از پیش فراهم نموده است.

هدف از تحلیل RASCL و AHP دستیابی و شناسایی، کنترل و کاهش پیامدهای خطرات زیست‌محیطی است. در تحقیق حاضر استاندارد مشخصی برای تعداد پارامترهای ریسک آلودگی کاربری‌های ناشی از محل پسماند وجود دارد.

پژوهش حاضر به تعیین میزان ریسک آلودگی آب‌های زیرزمینی و تجمع گاز و عواملی که دارای تأثیر بیشتری در آلودگی این دو عامل دارد پرداخته است؛ و با توجه به تحلیل RASCL و AHP معیار سیستم جمع کننده شیرابه دارای بیشترین تأثیر بر روی ریسک آلودگی آب‌های زیر زمینی است. در این روش ابتدا ریسک‌های مقدماتی ناشی از پروژه بر روی عوامل زیست‌محیطی منطقه بررسی شده و سپس ریسک‌های ناشی از پروژه به‌طور تفصیلی بر روی عوامل زیست‌محیطی با محوریت آب‌های زیرزمینی و تجمع گاز ناشی از محل دفن مورد بررسی قرار گرفت. در این روش بر اساس اصول ارزیابی که در استاندارد نیوزلند برای ارزیابی ریسک تعریف شده است، عمل گردید.

پژوهشی توسط یمانی و علی زاده در سال ۱۳۹٤ تحت عنوان مکان‌یابی بهینه دفن زباله‌های جامد شهری منطقه هشتگرد به روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام گرفت. در این پژوهش از نقشه‌های توپوگرافی ۲۵۰۰۰: ۱ و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ و داده‌های مربوط به آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه استفاده شد و همچنین نرم‌افزار Arc GIS برای تجزیه‌وتحلیل مورد استفاده قرار گرفت. در این

تحقیق بر اساس چهار معیار اصلی یعنی زمین‌شناسی، هیدرولوژی، توپولوژی و کاربری اراضی، پنج ناحیه برای مکان‌یابی به دست آمد که نتیجه پژوهش حاکی از آن است که نواحی کاملاً مناسب برای دفن زباله در قسمت شرقی و جنوبی منطقه در حوالی روستای محمدآباد افشار و نواحی کاملاً نامناسب برای دفن زباله ناحیه غربی منطقه به دلیل قرارگیری نواحی جمعیتی و کشاورزی و عمق کم آب زیر زمینی (۷ تا ۳۲ متر) در این قسمت از منطقه بود.

پژوهشی در سال ۱۳۹۰ توسط علی اکبری و جمال لیوانی تحت عنوان مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله‌های جامد شهری با استفاده از روش AHP (مطالعه موردی: شهر بهشهر) صورت پذیرفت. در این بررسی با کمک ۱۰ عامل سنگ‌شناسی، ژئوهیدرولوژی، فاصله از شبکه زهکشی، فاصله از گسل‌ها، فاصله از مراکز شهری و روستایی، فاصله از شبکه راه‌ها، فاصله از آثار باستانی، بارش و شیب و با استفاده از روش AHP یا فرایند سلسله مراتبی در نرم‌افزارهای Expert Choice وArc GIS9.2 ، محل مناسب برای دفن بهداشتی زباله‌های شهری در دو جایگاه مکان‌یابی و پیشنهاد شد. نتایج نشان داد که محل مناسب برای دفن بهداشتی زباله‌های شهری یکی اراضی شمال کلاک با مساحت ۲۰ هکتار و دیگری اراضی شمال رکاوند با ۳۶ هکتار مساحت بود.

پوراحمد و همکاران در سال ۱۳۸۶ در پژوهشی تحت عنوان استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان – یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر) با استفاده از داده‌هایی چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، توانایی اراضی، فاصله از عوارض مصنوع (روستا، تأسیسات و تجهیزات شهری، معادن) فاصله از گسل‌های منطقه، فاصله از آب‌های سطحی منطقه، جهت باد، خاک‌شناسی، هیپستومتریک (طبقات ارتفاعی)، پوشش گیاهی، زمین‌شناسی و از طریق مدل‌های مختلف تلفیق اطلاعات و نقشه‌ها که بر اساس مدل منطق فازی (Fuzzy Logic) ترکیب شده‌اند، مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی مواد زائد مکان گزینی نمودند و در نقشه‌های مختلف ارائه شد. نتایج این تحقیق نشان داد که مکان گزینی محل دفن مواد زائد سابق شهر بابلسر از موقعیت مکانی خوبی سود نمی‌برد و با توجه به افزایش جمعیتی این شهر در ۲۵ سال اخیر و پر شدن فضاهای خالی و مساعد این مکان، لزوم مکان گزینی جایگاه دیگری احساس می‌شد و همچنین همراه با افزایش تولید زباله‌های خانگی، بیمارستانی و مواد شیمیایی خطرناک همراه آن، توجه به برنامه‌های بازیافت زباله، کمپوست و صنایع وابسته به آن لازم و ضروری است و لزوم تعیین ضوابط برای دفن بهداشتی زباله‌های بیمارستانی نیز احساس می‌شد.

مطالعه‌ای توسط شرعی و قنبری در سال ۱۳۸۸ با عنوان ارزیابی ریسک محیط زیستی و ایمنی در محل دفن پسماند شهر اندیشه، انجام گرفت که در طی آن ریسک بهداشتی، محیط زیستی و ایمنی محل دفن پسماندهای شهر اندیشه از طریق روش‌های موجود تعیین شد .به دلیل عدم وجود یک روش معین برای ارزیابی ریسک محل‌های دفن، از طریق ماتریس منوری، پارامترهای بهداشتی و محیط زیستی این محل کمی شده و پارامترهای دارای نمره منفی به‌عنوان عوامل ریسک زا معرفی شدند .همچنین پارامترهای ایمنی این محل توسط روش ارزیابی ریسک مدل-

3Dدانشگاه ملبورن کمی شد. نتایج این بررسی نشان داد که عوامل ریسک زای بهداشتی و محیط زیستی در این محل شامل تخلیه پسماندهای بیمارستانی، انتشار بوی نامطبوع، عدم حصاربندی محل و عوامل ایمنی شامل حریق و آتش‌سوزی، انتقال انواع بیماری‌ها و خطرات ناشی از ماشین‌آلات در محل می‌باشد .درنهایت با استفاده از نتایج به دست آمده، نسبت به کاهش ریسک در محل دفن و طرح‌ریزی مدیریت ریسک، برنامه‌ریزی شد.

پژوهشی توسط اسدی در سال ۱۳۹۱ با عنوان ارزیابی محل‌های دفن پسماند شهری اهواز با استفاده از AHP و منطق فازی صورت پذیرفت. بدین منظور پس از شناسایی پارامترها، معیارها و ضوابط انتخاب مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی، به‌منظور شناسایی مکان مناسب استاندارد تعریف شده توسط آژانس حفاظت محیط‌زیست ایالات‌متحده آمریکا انتخاب گردید. سپس جهت تجزیه‌وتحلیل انواع پارامترها و فاکتورهای شناسایی شده و همچنین تشخیص میزان انطباق دو سایت برومی و صفیره با استاندارد گفته شده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ازجمله AHPو منطق فازی استفاده شد. به این منظور، با استفاده از روش AHP ساختار سلسله مراتبی ارزیابی مکان‌های دفن شهرستان اهواز ترسیم و پس از آن ماتریس تصمیم‌گیری تشکیل گردید. جهت مقایسه دو به دو هریک از معیارها و گزینه‌ها نسبت به یکدیگر بر حسب استانداردEPA ، ماتریس‌های مقایسه زوجی به‌طور جداگانه تشکیل گردیدند و با وارد کردن اطلاعات به نرم‌افزار EXPERT CHOICE وزن معیارها با روش AHP محاسبه و میزان انطباق گزینه‌های مکانی صفیره و برومی از مجموع نتایج وزن نهایی هر معیار (Wi)در معیارهای نرمال‌سازی شده از طریق منطق فازی برآورد گردید. نتایج به دست آمده از محاسبه وزن معیارها حاکی از آن بود که معیار تالاب با وزن ۰/۳۵۲، دشت سیلابی با وزن ۰/۲۵ و فاصله از فرودگاه با وزن ۰/۱۷۹ از مهم‌ترین معیارهای اثر گذار در انتخاب مکان دفن است و همچنین از نظر استاندارد EPA سایت پیشنهادی برومی با میزان انطباق ۷٤/۸ برای در نظر گرفتن محل دفن زباله شهرستان اهواز از لحاظ زیست‌محیطی دارای آثار منفی کمتری است.

پژوهشی دیگر توسط سالاری و همکاران در سال ۱۳۹۱ با عنوان مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری با استفاده از مدل AHP_FUZZY در محیط GIS()مطالعه موردی: شهر شیراز) انجام شد. این تحقیق با هدف مکان‌یابی زیست‌محیطی محل دفن پسماندهای شهر شیراز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، منطق فازی و بهره‌گیری از نرم‌افزار Expert Choice انجام گرفته است. به همین منظور، در مرحله اول، عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل دفن مواد زائد شناسایی شدند. سپس با رقومی کردن و وزن دهی ۱۹ لایه بر اساس استانداردهای موجود درنهایت نسبت توافق (CR)محاسبه می‌شود، اگر نسبت توافق کمتر از ۰/۱ به دست آید مقایسات زوجی صحیح و وزن‌های محاسبه شده قابل استفاده می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از داده‌هایی چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، فرودگاه، کاربری اراضی، قابلیت اراضی، عوارض مصنوع (روستا، تأسیسات و تجهیزات شهری، معادن، ...)، گسل، روند توسعه فیزیکی شهر شیراز، آب‌های سطحی، جهت باد، تراکم جمعیتی، خاکشناسی، هیپسومتریک

(طبقات ارتفاعی)، شیب، جهت شیب، پوشش گیاهی، تیپ اراضی، زمین‌شناسی، ... اطلاعات و نقشه‌ها از طریق مدل‌های مختلف بر اساس مدل منطقی (AHP-Fuzzy) لفیق شدند. درنهایت بعد از ژئورفرنس نمودن این داده‌ها و مدل‌ها با تصاویر ماهواره‌ای درنهایت منطقه‌ای در شعاع ۱۹ کیلومتری شهر شیراز با ۲۷۲ هکتار مساحت در محدوده شمال که دارای توان پذیرش پسماند به وزن بیش از هزار تن در هر روز به مدت ۱۵ سال را دارا می‌باشد، مکان گزینی گردید.

درمجموع می‌توان گفت که عمق سفره آب زیرزمینی در این مکان بیش از ۲۲ متر بوده و فاصلهٔ آن تا مصرف کننده بیش از دو کیلومتر می‌باشد، ولی به دلیل وجود چشمه در نزدیکی محل دفن زباله، ریسک آلودگی آب زیرزمینی در این منطقه بالا است.

کتابنامه

امین شرعی، فرهام؛ قنبری، فاطمه؛ ۱۳۸۸. ارزیابی ریسک محیط زیستی و ایمنی در محل دفن پسماند شهر اندیشه. دومین کنفرانس بین‌المللی جایگاه ایمنی. بهداشت و محیط‌زیست در سازمان‌ها. اصفهان. https://civilica.com/doc/88378.

پاداش، امین؛ نبوی، سیدمحمدباقر؛ دهزاد،بهروز؛ جوزی، سیدعلی؛ مرادی، نبی اله؛ ۱۳۸۹. برنامه‌ریزی راهبردی توسعه حفاظت محیط‌زیست در مناطق حفاظت شده دریایی (مطالعه موردی منطقه حفاظت شده مند–استان بوشهر). بهار و تابستان. دوره۱. شماره۱. از صفحه ۵۳ تا صفحه ٦٦.

پوراحمد، احمد؛ حبیبی، کیومرث؛ محمدزهرایی، سجاد؛ نظری عدلی، سعید؛ ١٣٨٦. استفاده از الگوریتم‌های فازی و GISبرای مکان‌یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر. *محیط شناسی*. دوره ۳۳. شماره ٤٢ . از صفحه ۳۱ تا صفحه ٤٢ .

چیت‌سازان، منوچهر؛ دهقانی، فاطمه؛ راست منش، فاطمه؛ میرزایی، یحیی؛ ۱۳۹۲. مکان‌یابی دفع پسماندهای جامد شهری با استفاده از فن‌آوری‌های اطلاعات مکانی و منطق فازی – تحلیل سلسله مراتبی Fuzzy-AHP(مطالعه موردی: رامهرمز). *مجله کاربرد سنجش‌ازدور و GIS در علوم منابع طبیعی*. سال چهارم. شماره ۱. صفحه ۳۹ تا ۵۵.

حیدریان دانا، ناهید و پرورش، عبدالرحیم و خیادانی، مهدی؛ ١٣٨٦. ارزیابی آلودگی شیمیایی آب‌های زیر زمینی و آب‌های سطحی مناطق پایین‌دست محل قدیمی دفن زباله شهرستان ساری (سمسکنده). *دهمین همایش ملی بهداشت محیط*. همدان،،https://civilica.com/doc/74875.

سالاری،مرجان؛ معاضد، هادی؛ رادمنش، فریدون؛ ۱۳۹۱. مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری با استفاده از مدل AHP_FUZZYدر محیطGIS (مطالعه موردی: شهر شیراز). بهار. دوره ۱۱. شماره ۱. از صفحه ۹۶ تا صفحه ۱۰۹.

علی‌اکبری، اسماعیل؛ جمال لیوانی، آتنا؛ ۱۳۹۰. مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله هـای جامـد شـهری بـا اسـتفاده از روش AHP(مطالعه موردی: شهر بهشهر). *نشریه جغرافیا*. دوره ۹. شماره ۳۰. از صفحه ۹۵ تا صفحه۱۱۱

قدسی پور، سید حسن. ۱۳۸۱. *مباحثی در تصمیم‌گیری چند معیاره*. انتشارات دانشگاه امیرکبیر. چاپ سوم.

قلندریان،ایمان؛ تقوایی، علی اکبر؛ کامیار، مریم؛ ۱۳۹۵. مطالعۀ تطبیقی رابطـۀ انسـان و محیطزیسـت در تفکـر توسـعۀ پایدار و تفکر اسلامی. نشریه پژوهش‌های معماری اسلامی. بهار. دوره ٤. شماره۱ . از صفحه ٦۲ تا صفحه ۷۸.

مشایخی، حبیب‌الله؛ ۱۳۸۰. *نگاهی همه‌سویه به تنکابن*. تهران.انجمن آثار و مفاخر فرهنگی.

منوری، م؛ ۱۳۸۵. *درسنامه مکان‌یابی و طراحی محل دفن زباله*. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. دانشکده محیط‌زیست و انرژی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

مهرگان، محمدرضا؛ ۱۳۸۳. *پژوهش عملیاتی پیشرفته*. انتشارات کتاب دانشگاهی. چاپ اول.

یمانی، مجتبی؛ علی زاده، شهناز؛ ۱۳۹٤. مکان‌یابی بهینه دفن زباله‌های جامد شـهری منطقـه هشـتگرد بـه روش فراینـد تحلیل سلسله مراتبی (AHP)و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS).https://civilica.com/doc/514685.

Barlaz, M.A., Rooker, A.P., Kjeldsen, P., M.A, GaberBorder, R.C., 2002. A critical evaluation of factors required to terminate the post-closure monitoring period at solid waste landfills. Environment science & technology, Vol.36, PP:3457–64.

Lendi, S., Bishop, I.., Evans, D., 2002. Assessing the demand of solid disposal in urban region by urban modeling in GIS environment. Journal of Resource Conservation and Recycling.

Qodsipour, S.H., 1999.Analytical Hierarchy Process (AHP), Amirkabir University of Technology Publication. Tehran.220p. (In Persian).

Ramanathan, G.., Arulkumaran, S., 2006. Postpartum hemorrhage. Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada: JOGC, 28, 967-973.

Saaty, T.L.1980.The Analytic Hierarchy Process, Education, pp. 1–11.

Saaty, T.L., Vargas, L. G., 2001.Models, Methods, Concepts, and Applications of the Analytic Hierarchy Process; 1st edn, Kluwer Academic, Boston, 333p.

Sener,S.,Sener E.,Nas,B.,aguzel, R., 2010. Combining AHP with GIS for landfill site selection: A case study in the Lake Beysehir catchment area (Konya, Turkey). Waste Management 30: 2037-2046.

Shalabi, M.A., Shattri Bin, M., Nordin Bin, A., Rashid Shiriff, A., 2006. GIS based Multicriteria Approaches to Housing Sitesuitability assessment. XXIII FIG Congress– Munich, Germany, P12. October 8- 13, p:12.

Wagner, E.D., 2002.Public Key infrastructure(PKI) and virtual network(VPN)compared using autility function and the analytic hierarchyproces(AHP). M. Sc Thesis, Virginia Polytechniic Institue and state University 50pp.